

10/518867

DT01 Rec'd PCT/PTC 17 DEC 2004

2/7/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010206497 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1995-107751/ 199515

**Screw for osteosynthesis - has a multi pitch outer threading**  
Patent Assignee: HAHN M (HAHN-I); MAUK R (MAUK-I)  
Inventor: HAHN M; MAUK R  
Number of Countries: 001 Number of Patents: 001  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4329788	A1	19950309	DE 4329788	A	19930903	199515 B

Priority Applications (No Type Date): DE 4329788 A 19930903

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4329788	A1	10	A61B-017/58		

Abstract (Basic): DE 4329788 A

The screw, for osteosynthesis, has a multi-threading structure at the outer threading (16) of the screw shaft, which can also have a self-tapping action. The screw is of titanium, or a titanium alloy, and has a bio active coating pref. of hydroxylapatite.

ADVANTAGE - The threading gives a coarse pitch angle without weakening the core.

Dwg.1/5

Derwent Class: D22; P31; P32; P34

International Patent Class (Main): A61B-017/58

International Patent Class (Additional): A61F-002/02; A61F-002/08;  
A61L-031/00

BEST AVAILABLE COPY

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 29 788 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
A 61 B 17/58  
A 61 L 31/00  
A 61 F 2/02  
A 61 F 2/08

21 Aktenzeichen: P 43 29 788.9  
22 Anmeldetag: 3. 9. 93  
43 Offenlegungstag: 9. 3. 95

DE 43 29 788 A 1

71 Anmelder:  
Mauk, Rudolf, 22844 Norderstedt, DE; Hahn,  
Michael, 22459 Hamburg, DE  
74 Vertreter:  
Heldt, G., Dipl.-Ing. Dr.Jur., Pat.- u. Rechtsanw.,  
20354 Hamburg

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	41 15 959 C1
DE	40 24 148 A1
DE	40 24 148 A1
DE	38 44 661 A1
DE	38 41 704 A1
DE	37 35 378 A1
FR	26 88 689 A1
US	51 76 680
EP	03 74 088 A1
EP	01 72 130 A2
SU	16 83 719 A1
SU	15 69 000 A1

54 Knochenschraube für die Osteosynthese

57 Eine Knochenschraube für die Osteosynthese weist einen Schaft auf, der mit einem Außengewinde versehen ist. Dieses Außengewinde ist als ein zwei- oder mehrgängiges Gewinde ausgebildet, das auch selbstschneidend sein kann. Alle Gewindegänge weisen gleiche Scheiteldurchmesser  $D_s$  auf und besitzen auch gegebenenfalls gleiche Gangquerschnitte. Die Scheitelwinkel der Gewindegänge sind kleiner als  $80^\circ$ , vorzugsweise kleiner als  $45^\circ$ . Die Gewindegänge weisen Flanken auf, die mindestens teilweise konkav gerundet sind bzw. die in Form einer Ecke aufeinanderstoßen. Der Steigungswinkel  $\beta$  der Gewindegänge ist größer als  $10^\circ$ , vorzugsweise größer als  $15^\circ$ . Der Schaft weist eine entlang seiner Längsachse verlaufende, zu seinem hinteren Ende hin offene Ausnehmung für den Eingriff eines Drehwerkzeugs auf. Das Verhältnis von Ganghöhe  $H$  zur Gewindetiefe  $T$  ist größer als 1,5 : 1, vorzugsweise größer 3 : 1. Das Verhältnis zwischen ihrem Kerndurchmesser  $D_K$  und ihrem Scheiteldurchmesser  $D_s$  ist größer als 0,5 und liegt vorzugsweise zwischen 0,6 und 0,8.

DE 43 29 788 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Knochenschraube für die Osteosynthese mit einem Schaft, der mit einem Außengewinde versehen ist.

Knochenschrauben dieser Art werden allein oder zusammen mit Platten dazu verwendet, um Teile eines gebrochenen Knochens miteinander zu verbinden, oder von einem Knochen abgesplitterte Bruchstücke so am Knochen zu fixieren, daß die Frakturflächen ohne Zwischenraum gegeneinander anliegen.

Die Verbindung zweier Teile eines Röhrenknochens erfolgt dabei zumeist durch eine mit Löchern versehene Platte, die seitlich gegen die eingerichteten Knochenteile anliegend mit diesen verschraubt wird. Oberhalb und unterhalb der Frakturfläche werden in die Knochenteile Bohrungen eingebracht, deren Innendurchmesser etwas geringer ist, als der Spitzendurchmesser des Außengewindes der Knochenschrauben. In die Bohrungen werden durch die Löcher in der Platte hindurch die als Zugschrauben mit durchgehendem Gewinde ausgebildeten Knochenschrauben eingedreht, bis die Platte von den Schraubenköpfen der Zugschrauben gegen den Knochen gepreßt wird. Die Verankerung der Schrauben erfolgt dabei in der kortikalen Knochenrinde, in die sich die Schrauben mit ihrem Außengewinde selbst einschneiden oder in vorgeschchnittene Gewindegänge eingeschraubt werden.

Zur Befestigung eines von einem Knochen abgesplitterten Bruchstücks werden kortikale Knochenschrauben verwendet, die ebenfalls ein durchgehendes Außengewinde aufweisen. Dabei wird eine Bohrung durch das abgesplitterte, mit der Frakturfläche am Knochen anliegende Bruchstück hindurch in den Knochen eingebracht, wobei der Innendurchmesser der Bohrung im Bruchstück etwas größer als der Spitzendurchmesser des durchgehenden Außengewindes der Knochenschraube ist, die anschließend in die Bohrung eingedreht wird, sich dabei in die kortikale Knochenrinde des Knochens einschneidet und mit ihrem Kopf das Bruchstück gegen den Knochen zieht.

Demgegenüber werden zur Befestigung eines Knochenteils im spongiösen Bereich, z. B. im Oberschenkelhalsbereich Spongiosaschrauben eingesetzt, die nur an ihrem vorderen Ende ein Außengewinde tragen, mit dem sie sich beim Eindrehen in die kortikale Knochenrinde auf der der Frakturfläche gegenüberliegenden Seite des Knochens einschneiden, während ihr gewindeloser Hals einen geringeren Durchmesser als die durch das Knochenteil hindurch in den Knochen eingebrachte Bohrung aufweist.

Da sich das Außengewinde der Knochenschraube bei allen genannten Anwendungsfällen mindestens bereichsweise selbst in die kortikale Knochenrinde einschneiden muß, ist es vorteilhaft, wenn es möglichst kleine Flanken- bzw. Scheitelwinkel aufweist. Bei einem vorgegebenen optimalen Nenndurchmesser der Knochenschraube, der einerseits möglichst klein sein sollte, um durch die Bohrungen den Knochen möglichst wenig zu schwächen, der andererseits aber auch grob genug sein muß, um die in der Knochenschraube auftretenden Zugkräfte ohne irreversible Verformung der Schraube aufzunehmen, bedeutet dies jedoch, daß der Steigungswinkel des Gewindes verhältnismäßig klein wird, da eine Vergrößerung des Steigungswinkels auch eine Vergrößerung der Gewindetiefe und damit eine unerwünschte Schwächung des tragenden Kerns zur Folge hätte. Bei einem kleinen Steigungswinkel "greift" jedoch

die Knochenschraube beim Eindrehen in die Knochenrinde nicht gut. Außerdem besteht die Gefahr, daß die Knochenrinde dabei ausbricht. Ein weiterer Nachteil eines kleinen Steigungswinkels besteht außerdem darin, daß die Schraube zum vollständigen Eindrehen sehr oft gedreht werden muß.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Knochenschraube der genannten Art zu entwickeln, deren Außengewinde ohne Schwächung des Kerns einen groben Steigungswinkel aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Außengewinde als mehrgängiges Gewinde ausgebildet ist. Der Erfindung liegt dabei der Gedanke zugrunde, daß eine Knochenschraube mit mehrgängigem Gewinde bei gleicher Gewindetiefe und gleichen Scheitel- bzw. Flankenwinkeln gegenüber einer Knochenschraube mit eingängigem Gewinde einen größeren Steigungswinkel aufweisen kann.

Die Anbringung eines mehrgängigen Gewindes bei Knochenschrauben hat weiter den Vorteil, daß sich die Schraube nicht wie bei eingängigen Schrauben einseitig in die Knochenrinde einzuschneiden beginnt, sondern daß der Beginn des Eingriffs an zwei oder mehreren, in gleichen Winkelabständen voneinander auf dem vorderen Ende der Schraube angeordneten Windungsenden gleichzeitig erfolgt.

Ein weiterer Vorteil eines mehrgängigen Gewindes liegt in der größeren Flexibilität im Hinblick auf den Verwendungszweck. Die Ganghöhe, die Gewindetiefe und der Steigungswinkel lassen sich je nach Verwendungszweck in größerem Umfang verändern und aneinander anpassen als bei eingängigen Schrauben. Zum Beispiel kann die Steigung bei Kortikalischrauben kleiner und bei Spongiosaschrauben größer ausgebildet werden, wobei in beiden Fällen trotz einem groben Kerndurchmesser die Flanken der Gewindegänge spitz zulaufen.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß das Außengewinde als zweigängiges Gewinde ausgebildet ist, da dadurch ein optimales Verhältnis zwischen der Ganghöhe, der Gewindetiefe und dem Steigungswinkel erzielt werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Außengewinde als selbstschneidendes Gewinde ausgebildet, wobei die Scheitelwinkel aller Gewindegänge zweckmäßig kleiner als 90 Grad, vorzugsweise kleiner als 45 Grad sind. Dabei können besonders kleine Scheitelwinkel bevorzugt dadurch erhalten werden, daß die Gewindegänge Flanken aufweisen, die konkav gerundet sind. Die Flanken können allerdings auch ein eckiges Profil aufweisen.

Um das Einschneiden der Gewindegänge in den Knochen zu erleichtern, steigen am vorderen Ende des Schaftes die Windungsenden der Gewindegänge vom Kern ausgehend vorzugsweise stetig an, bis die Gewindegänge den Scheiteldurchmesser erreichen. Bei selbstschneidenden Schrauben erfolgt der Anstieg vorteilhafterweise über ein bis zwei Gewindegänge, so daß die Knochenschraube beim Einführen in das vorgebohrte Loch ein Stück weit in dieses "hineinfällt" und sich beim darauffolgenden Eindrehen gleichzeitig mit zwei Gewindegängen einzuschneiden beginnt. Im Bereich des Anstiegs kann der Kern der Knochenschraube bereits den gleichen Kerndurchmesser aufweisen wie in einem hinteren Bereich des Schaftes, andererseits ist es aber auch möglich den Kerndurchmesser in diesem Bereich gleichzeitig mit dem Außendurchmesser der Gewindegänge ansteigen zu lassen, wobei dann vorteilhafterwei-

se der Kerndurchmesser schneller ansteigt als die Höhe der Gewindegänge. Demgegenüber erfolgt der Anstieg insbesondere bei Knochenschrauben, die in vorge-schnittene Gewindegänge eingeschraubt werden, auf einer verhältnismäßig kurzen Strecke, so daß die Kno-chenschrauben bereits in einer geringen Entfernung von ihrem vorderen Ende tragen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sehen vor, daß alle Gewindegänge des Außengewindes gleiche Scheiteldurchmesser und gleiche Gangquer-schnitte aufweisen.

Ein schnelles Eindrehen der Knochenschraube wird dadurch gewährleistet, daß der Steigungswinkel  $\beta$  der Gewindegänge größer als 12 Grad, vorzugsweise grö-ßer als 18 Grad ist.

Um zu verhindern, daß die Knochenschraube mit ih-rem vorderen Ende das den Knochen umgebende Ge-webe verletzt, ist der Kern der Schraube an seinem vorderen, über die Windungsenden der Gewindegänge überstehenden oder die Windungsenden tragenden En-de bevorzugt konvex gerundet oder ballig geformt. Weiter kann das vordere Schraubenende auch als vor-zugsweise flacher Konus ausgebildet sein, wobei der Konus zweckmäßig durch eine in eine Spitze auslaufen-de Schlifffläche gebildet wird, welche sich ähnlich wie bei einem Bohrer vorzugsweise von der zentralen Spit-ze bis zu einer gedachten Umfangsfläche erstreckt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Verhältnis zwischen der Ganghöhe und der Gewindetiefe des Außengewindes größer als 1,5 : 1, vorzugsweise größer oder gleich 3 : 1. Gleichzei-tig ist das Verhältnis zwischen dem Kerndurchmesser und dem Spitzendurchmesser der Knochenschraube vorteilhafterweise größer als 0,5 und liegt zweckmäßig bei Spongiaschrauben zwischen 0,6 und 0,7, bei Kortik-alisschrauben zwischen 0,6 und 0,8.

Die Knochenschraube kann entsprechend weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung insbeson-dere bei Kurzzeiteinsätzen aus rostfreiem Stahl beste-hen, während für einen Dauereinsatz Titan oder eine Titanlegierung bevorzugt werden. Weiter kann die Knochenschraube mit einer bioaktiven Beschichtung, beispielsweise aus Hydroxylapatit versehen sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erin-dung sieht vor, daß die Knochenschrauben mindestens bei Verwendung in Verbindung mit einer Knochenplat-te oder dergleichen am hinteren Ende des Schaftes ei-nen Schraubenkopf aufweisen, der radial nach außen über das Außengewinde übersteht und einen breiten, auf das vordere Schraubenende zu gerichteten Bund bildet, so daß auf eine zusätzliche Unterlegscheibe ver-zichtet werden kann.

Zum Eindrehen der Knochenschraube weist diese be-vorzugt eine zum hinteren Ende hin offene zentrale Längsausnehmung mit einem sechseckigen oder stern-förmigen Querschnitt auf, die sich vorteilhafterweise bis in die Nähe des vorderen Schraubenendes erstrecken kann, und in die zum Eindrehen der Schraube ein Dreh-werkzeug mit entsprechend geformten äußeren Be-grenzungen eingeführt wird.

Das erfindungsgemäße mehrgängige Gewinde kann vorteilhaft auf allen schraubbar im Knochen zu veran-kernden, in der Orthopädie und in der Chirurgie ver-wendeten Osteosynthesematerialien, d. h. neben den be-reits genannten Kortikalis- und Spongiosa-Knochen-schrauben auch in Schanz'schen Schrauben, dynami-schen Hüftkopfschrauben, Steinmann-Nägeln, Befesti-gungsmaterialien für externe Fixateurs und dergleichen

verwendet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher er-läutert. Es zeigen:

5 Fig. 1 eine Seitenansicht des vorderen Endes einer erfindungsgemäßen Knochenschraube;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch die Knochenschraube aus Fig. 1;

10 Fig. 3a und b Längsschnitte durch eine weitere Kno-chenschraube;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine weitere Kno-chenschraube;

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine weitere Kno-chenschraube.

15 Der in der Zeichnung dargestellte Schaft 10 einer Knochenschraube 12 weist einen im wesentlichen zylind-rischen Kern 14 sowie ein über den Kern 14 überste-hendes Außengewinde 16 auf. Das Außengewinde 16 ist als zweigängiges, selbstschneidendes Gewinde ausgebil-det, bei dem die gleich ausgebildeten Scheitelwinkel  $\alpha$  beider Gewindegänge 18, 20 ungefähr 45 Grad betra-gen. Andere Scheitelwinkel in den Grenzen von 10° bis 90° sind denkbar.

Die beiden Gewindegänge 18 und 20 weisen jeweils 25 gleiche Gangquerschnitte und gleiche Scheiteldurch-messer  $D_s$  auf. Der Steigungswinkel  $\beta$  der Gewindegän-ge 18, 20 beträgt jeweils etwa 20 Grad. Das Verhältnis zwischen dem Kerndurchmesser  $D_K$  und dem Scheitel-durchmesser  $D_s$  liegt bei 0,65 : 1, während das Verhält-nis zwischen der Ganghöhe  $H$  (46) und der Gewindetie-fe  $T$  ungefähr bei 2 : 1 liegt. Jedes andere Verhältnis ist denkbar.

Die Flanken 22 und 24 der Gewindegänge 18, 20 sind jeweils in der Nähe des Kerns 14 konkav gerundet. Die 35 Rundung 34 weist dabei ein teilelliptisches Profil auf, wobei die Hauptachsen der Ellipsen jeweils gegenüber einer Längsachse 26 der Knochenschraube einen Nei-gungswinkel aufweisen, der mit dem Steigungswinkel  $\beta$  der Gewindegänge 18, 20 übereinstimmt. Der Schaft 10 ist an seinem vorderen, über die Windungsenden 28 der Gewindegänge 18, 20 überstehenden Ende 30, das bei eingedrehter Schraube nicht mitträgt, ballig gerundet und geglättet, um zu verhindern, daß am gebrochenen Knochen anliegendes Gewebe verletzt wird.

45 Beide Gewindegänge 18, 20 weisen dem Ende 30 des Schafts 10 zugewandte Windungsenden 28 auf, deren vordere Spitzen 32 auf einander gegenüberliegenden Seiten des Kerns 14 auslaufen. Während die Windungs-enden 28 bei den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Kno-chenschrauben jeweils während einer um die Längsach-se 26 durchgeführten Umdrehung der Knochenschrau-be 12 um 90 Grad von der in den Kern 14 übergehenden Spitze 32 aus bis zum vollen Scheiteldurchmesser  $D_s$  ansteigen, erfolgt der Anstieg 44 bei dem in Fig. 4 dar-gestellten Ausführungsbeispiel über einen vollen Ge-windegang 18, 20, so daß die Knochenschraube 12 beim Einführen in ein vorgebohrtes Loch ein Stück weit in dieses "hineinfällt" und der Beginn des Einschneidens auf diese Weise über einen groben Bereich erfolgt. Nach Erreichen des Scheiteldurchmessers  $D_s$  bleibt dieser bei den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Knochenschrauben über die gesamte Länge des Schafts 10 konstant, wäh-rend die Knochenschraube 12 der Fig. 4 einen nur teil-weise mit Gewindegängen 18, 20 versehenen Schaft 10 aufweist, der an seinem dem Ende 30 abgewandten hin-teren Ende 40 glatt ist.

Das hintere Ende 40 ist einem Schraubenkopf 42 be-nachbart. Dieser Schraubenkopf 42 hat einen ver-

gleichsweise groben Bund 48, der dem Schaft 10 zugewandt ist. Dieser grobe Bund 48 dient als eine Auflagefläche, mit der die Knochenschraube 12 an einem Knochen anliegt, in den sie hineingeschraubt ist. Dieser grobe Bund 48 ist in der Lage, die von der Knochenschraube 12 in den Knochen eingeleiteten Kräfte auf eine grobe Anlagefläche zu verteilen.

Um das Einschneiden der Gewindegänge 18, 20 in den Knochen zu erleichtern und zur Abfuhr der Späne beizutragen, weist die in den Fig. 3a und b dargestellte Knochenschraube eine zum Umfang und zum vorderen Ende 30 der Knochenschraube hin offene Längsnut 36 auf. Die Tiefe der Längsnut 36 in radialer Richtung ist geringfügig größer als die Gewindetiefe T. Die Längsnut 36 erstreckt sich vom vorderen Ende 30 aus mindestens über eine dem Anstieg der Gewindegänge 18, 20 entsprechende Länge nach hinten, beim dargestellten Ausführungsbeispiel über eine Länge von insgesamt 3 zweigängigen Gewindegängen 18, 20.

Durch das Anbringen der Längsnut 36 bilden die Gewindegänge 18, 20 zusammen mit einer in Drehrichtung hinteren seitlichen Begrenzungsfläche 37 der Längsnut 36 Zähne 39, deren Höhe im Bereich des Anstiegs der Gewindegänge 18, 20 größer ist als die Höhe der von den Gewindegängen 18, 20 und der vorderen seitlichen Begrenzungsfläche 37 gebildeten Spitzen. Die Längsnut 36 bildet gleichzeitig einen Spanraum zum Abführen des Spanmaterials.

Darüber hinaus wird das Greifen der Knochenschraube 12 im Knochen auch dadurch begünstigt, daß der Schaft 10 an seinem vorderen Ende 30 mit einer Spitze 50 versehen ist. Dabei muß die Spitze 50 mit einer kegelförmigen Schließfläche 52 versehen sein, deren Steigung so beschaffen ist, daß beim Einschrauben der Knochenschraube 12 der Knochen nicht birst.

Schließlich ist es auch denkbar, statt einer Rundung 54 zwischen einander benachbarten Gewindegängen eine mit einer Ecke 56 versehene Ausnehmung vorzusehen. Eine derartige Ausnehmung wird zweckmäßigerweise bei Knochenschrauben 12 angewendet, die in weichen Geweben halten sollen.

Die Knochenschraube 12 besteht aus nichtrostendem Stahl, Titan oder einer Titanlegierung und ist in den letzteren Fällen mit einer Beschichtung 58, beispielsweise aus Hydroxylapatit oder einem anderen bioaktiven Stoff versehen.

#### Patentansprüche

1. Knochenschraube für die Osteosynthese, mit einem Schaft, der mit einem Außengewinde versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Außengewinde (16) ein mehrgängiges Gewinde ist.
2. Knochenschraube nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Außengewinde (16) ein zweigängiges Gewinde ist.
3. Knochenschraube nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Außengewinde (16) als selbstschneidendes Gewinde ausgebildet ist.
4. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Gewindegänge (18, 20) des Außengewindes (16) gleiche Scheiteldurchmesser  $D_s$  aufweisen.
5. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß alle Gewindegänge (18, 20) des Außengewindes (16) gleiche Gangquerschnitte aufweisen.
6. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1

bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheltelwinkel  $\alpha$  der Gewindegänge (18, 20) kleiner als 90 Grad, vorzugsweise kleiner als 45 Grad sind.

7. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindegänge (18, 20) Flanken (22, 24) aufweisen, die mindestens teilweise konkav gerundet sind.

8. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindegänge (18, 20) Flanken (22, 24) aufweisen, die in Form einer Ecke aufeinander stoßen.

9. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steigungswinkel  $\beta$  der Gewindegänge (18, 20) größer als 10 Grad, vorzugsweise größer als 15 Grad ist.

10. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (10) eine entlang seiner Längsachse (26) verlaufende, zu seinem hinteren Ende hin offene Ausnehmung für den Eingriff eines Drehwerkzeugs aufweist.

11. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Ganghöhe H zu Gewindetiefe T des Außengewindes (16) größer als 1,5 : 1, vorzugsweise größer als 3 : 1 ist.

12. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen ihrem Kerndurchmesser  $D_K$  und ihrem Scheiteldurchmesser  $D_s$  größer als 0,5 ist und vorzugsweise zwischen 0,6 und 0,8 liegt.

13. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindegänge (18, 20) am vorderen Ende (30) des Schaftes (10) Windungsenden (28) aufweisen, die vom Kern (14) aus stetig ansteigen.

14. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Längsnut (36) sich vom vorderen Ende (30) des Schaftes (10) aus mindestens über einen Teil der Gewindegänge (18, 20) nach hinten erstreckt.

15. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Kern (14) am vorderen Ende (30) des Schaftes (10) verjüngt.

16. Knochenschraube nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Gewindegänge (18, 20) am vorderen Ende (30) des Schaftes (10) mindestens teilweise über den verjüngten Kern (14) erstrecken.

17. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindegänge (18, 20) am vorderen Ende (30) des Schaftes (10) Windungsenden (28) aufweisen, deren Scheiteldurchmesser  $D_s$  kleiner ist, als die Scheiteldurchmesser  $D_s$  in der Nähe des hinteren Endes (40) des Schaftes (10).

18. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Scheiteldurchmesser  $D_s$  der Windungsenden (28) vom vorderen Ende des Schaftes aus über mindestens einen, vorzugsweise über zwei Gewindegänge (18, 20) zunimmt.

19. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (10) an seinem vorderen Ende (30) konisch ausgebildet ist.

20. Knochenschraube nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (10) am vorderen

- Ende (30) einen Anstieg (44) in Richtung auf seinen am hinteren Ende (40) vorgesehenen Schraubenkopf (42) aufweist, der prozentual kleiner ist als die Zunahme der Höhe (46) der Gewindegänge (18, 20).
21. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (10) an seinem vorderen Ende (30) eine in eine Spitze (50) auslaufende Schliifffläche aufweist.
22. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (10) an seinem vorderen Ende (30) ballig gerundet ist.
23. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 22, gekennzeichnet durch einen an einem hinteren Ende des Schaftes (10) angeordneten Schraubenkopf (42).
24. Knochenschraube nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein in radialer Richtung nach außen über das Außengewinde (16) überstehender Teil des Schraubenkopfes einen breiten Bund (48) bildet.
25. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus nichtrostendem Stahl oder einer Stahllegierung besteht.
26. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus Titan oder einer Titanlegierung besteht.
27. Knochenschraube nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine bioaktive Beschichtung (58), vorzugsweise aus Hydroxylapatit aufweist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

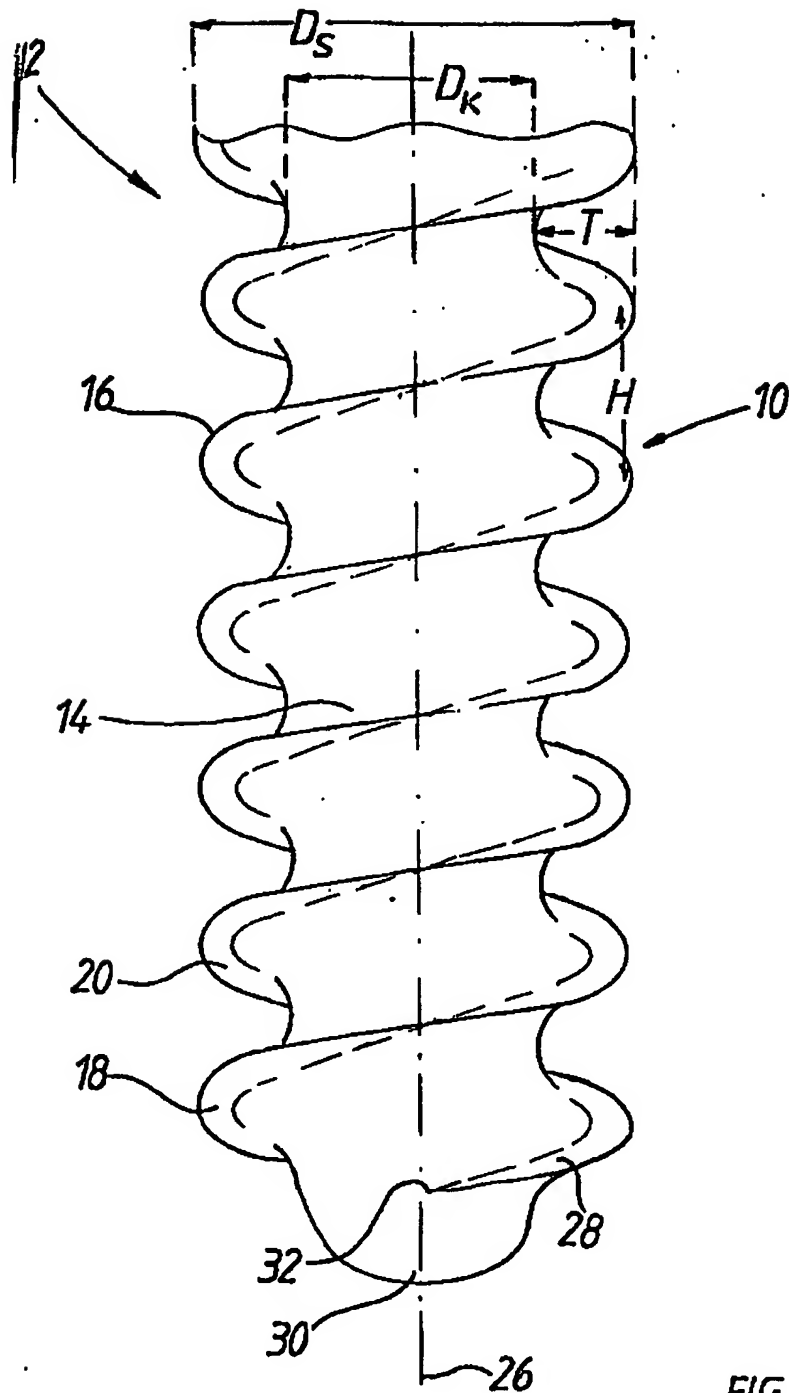


FIG. 1

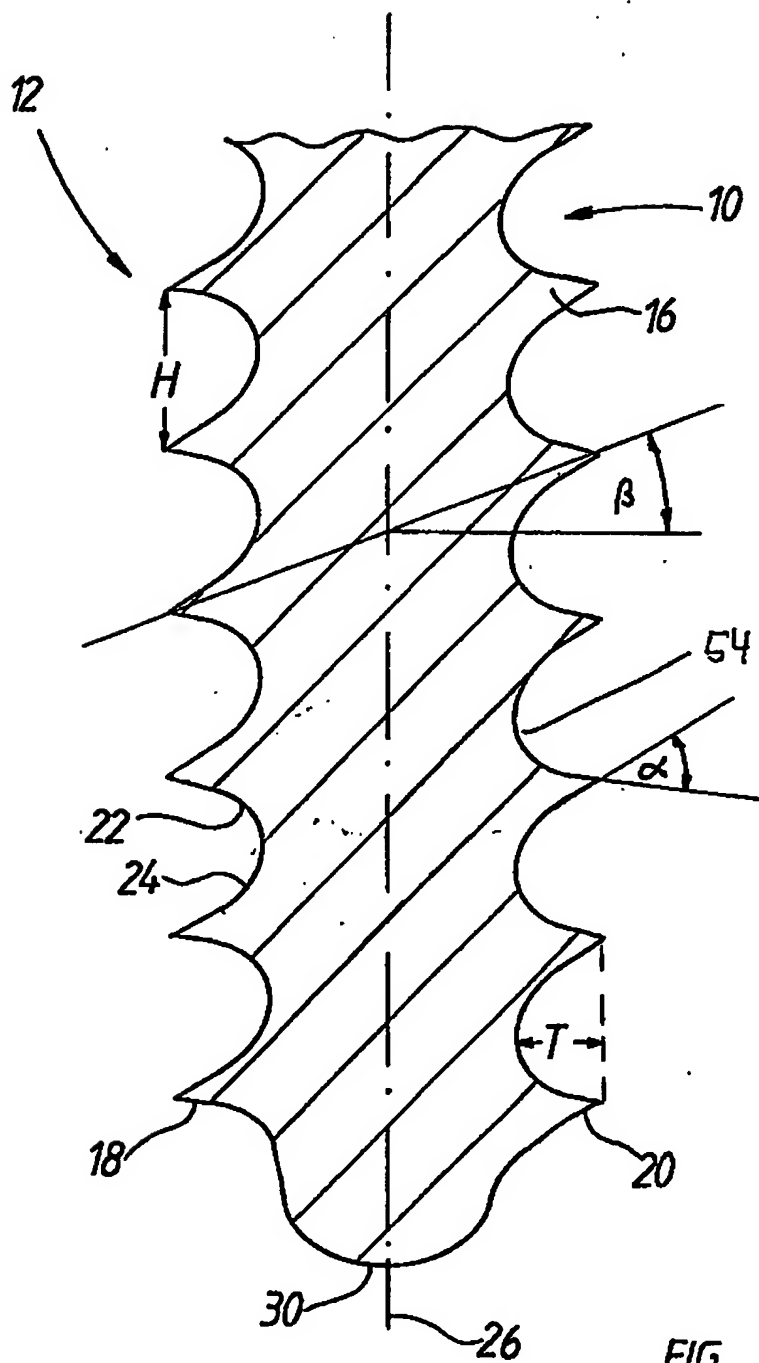


FIG. 2



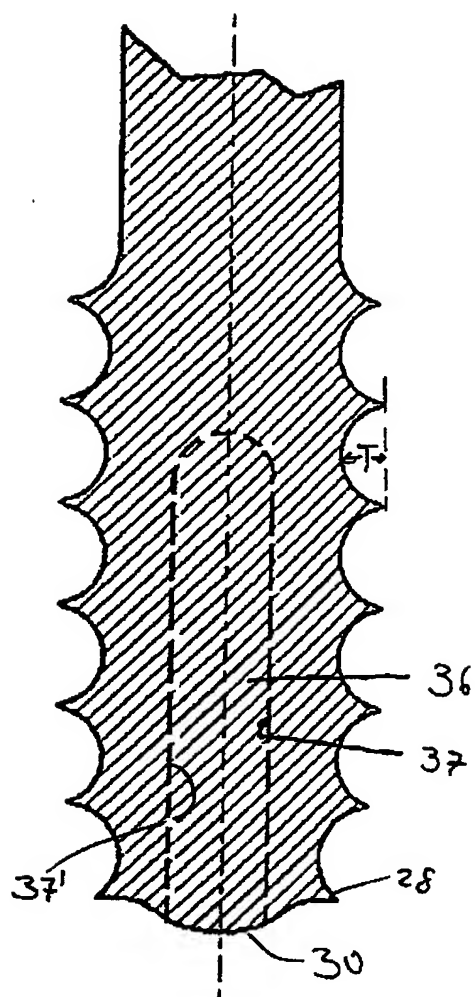


Fig. 3a

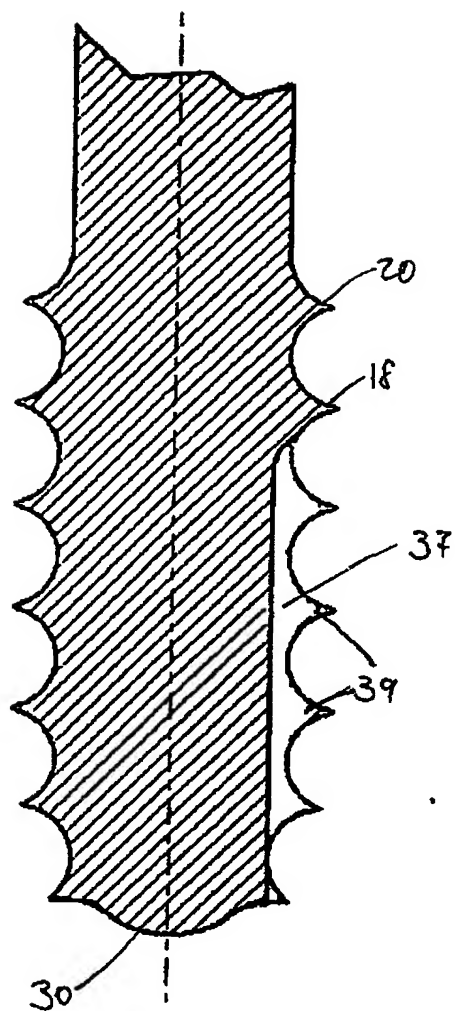
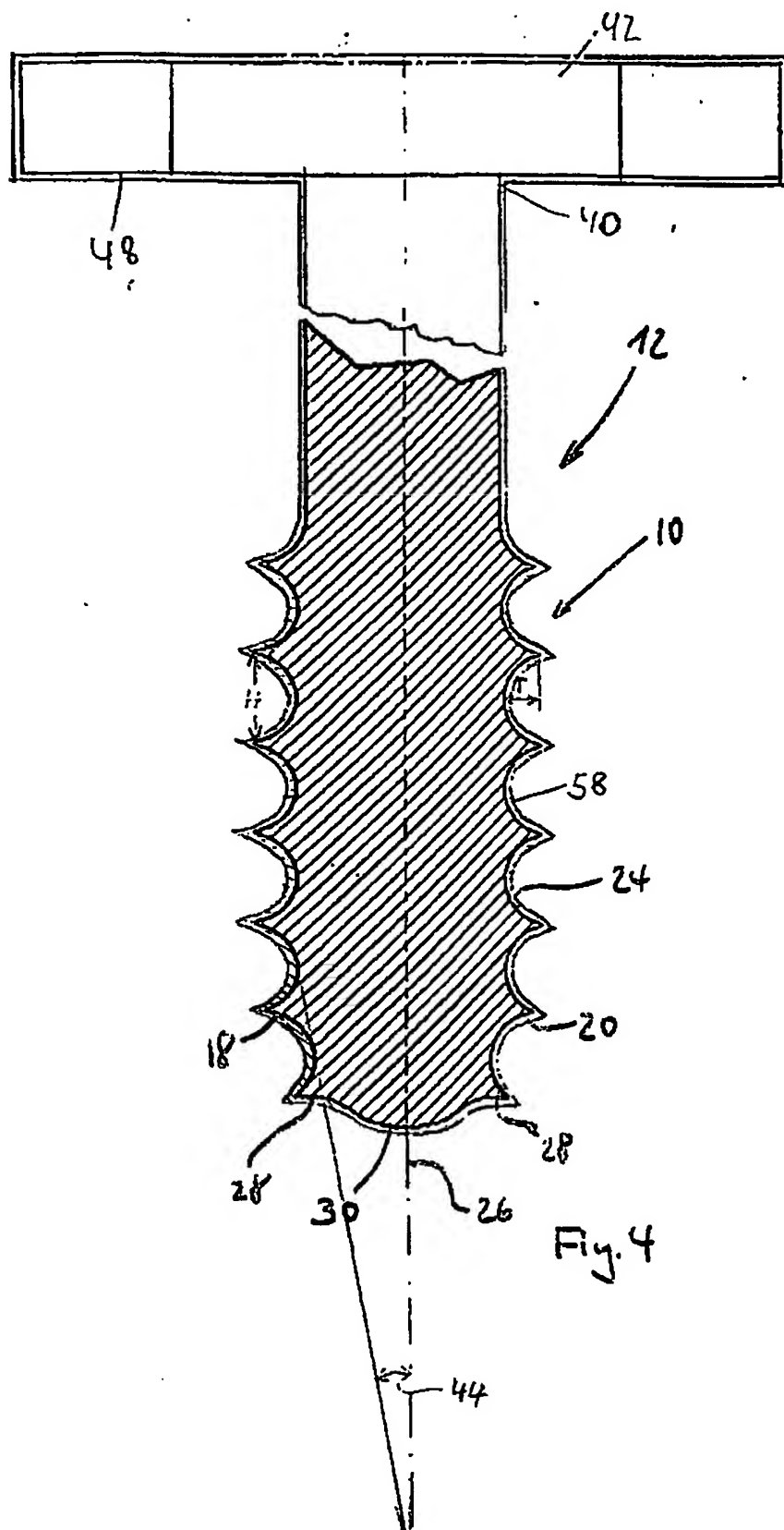
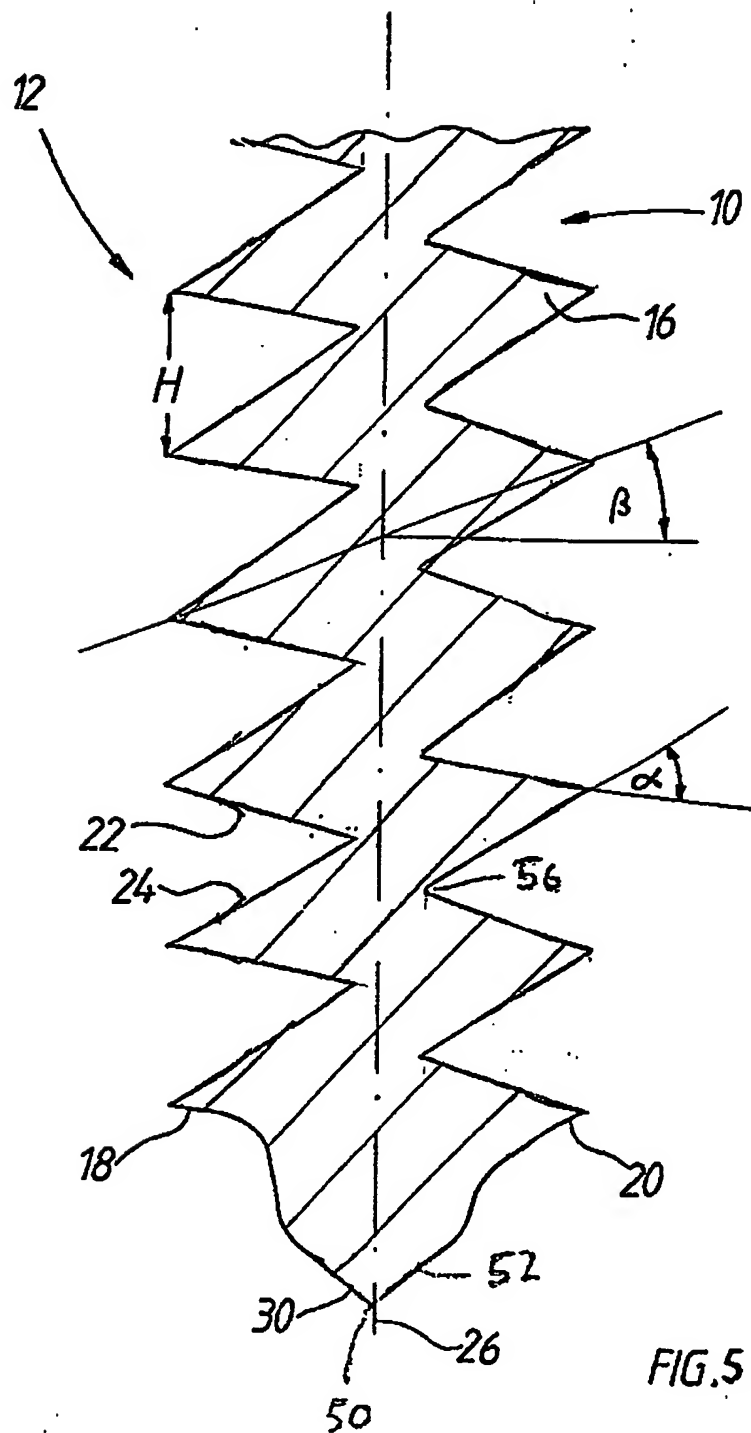


Fig. 3b





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**